

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE
MESQUITA FILHO**

**Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus
Jaboticabal - Curso de Zootecnia**

**Comportamento ingestivo de bezerros holandeses
suplementados com análogo de metionina "HMBi" parcialmente
metabolizável no rúmen**

Orientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Coorientador: Pedro Henrique Cavalcante Ribeiro

Discente: Mariana Araújo da Silva

Jaboticabal – SP

2025

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**COMPORTAMENTO INGESTIVO EM BEZERROS HOLANDESES
SUPLEMENTADOS COM ANÁLOGO DE METIONINA "HMBi"
PARCIALMENTE METABOLIZAVEL NO RUMEM**

Mariana Araújo da Silva

Danilo Domingues Millen

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para
graduação em Zootecnia.

Jaboticabal - SP
2025

S586c

Silva, Mariana Araujo da

Comportamento ingestivo de bezerros holandeses suplementados com análogo de metionina parcialmente metabolizável no rúmen / Mariana Araujo da Silva. -- Jaboticabal, 2025

22 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Danilo Domingues Millen

Coorientador: Pedro Henrique Cavalcante Ribeiro

1. Bezerros. 2. Metionina. 3. Rumen. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus Jaboticabal



Mariana Araújo da Silva

Comportamento ingestivo de bezerros holandeses suplementados com análogo de metionina parcialmente metabolizável no rúmen

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em **Zootecnia**.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Coorientador (se houver): Pedro Henrique Cavalcante Ribeiro - Doutorando

Área de Concentração: Nutrição de Ruminantes

Trabalho aprovado em 15/12/2025

Banca Examinadora:

Pedro Henrique Cavalcante Ribeiro

Pedro Henrique Cavalcante Ribeiro - Coorientador

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal

Dra. Afiany Faria de Toledo

Dra. Afiany Faria de Toledo

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal

Dr. Gercino Ferreira Virgínio Júnior

Dr. Gercino Ferreira Virgínio Júnior

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal

Prof. Dr. José Maurício Barbanti Duarte

Prof. Dr. José Maurício Barbanti Duarte
Chefe do Departamento

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus em me dar saúde e sabedoria para lidar com adversidades encontradas no caminho, e ter o privilégio de concluir essa etapa.

Agradeço imensamente a Guiomar, minha mãe por todo amor, cuidado, por ser a minha base em todos os momentos.

Agradeço à minha irmã e meu cunhado, Fernanda e Rafael, pelo incentivo, apoio em todos os momentos e por acreditarem em mim.

Agradeço às minhas amigas Giovanna, Camila e Larissa, por me incentivarem desde o início da graduação me dando suporte nas dificuldades e pelo companheirismo.

Agradeço profundamente à República Kabaré, que me deu todo suporte durante esses anos, pela união, amizade, e pela família que nos tornamos.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal, em especial ao meu orientador Danilo Millen, que sempre esteve disposto a novos ensinamentos.

Ao meu coorientador Pedro Henrique, que esteve sempre presente e disposto a me ajudar, pelo aprendizado durante o experimento e realização deste trabalho.

Ao setor de Bovinocultura de Corte, pelo apoio, ensinamentos compartilhados, que foram essenciais para meu crescimento profissional e pessoal.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para minha formação.

Sumário

1. RESUMO	5
2. ABSTRACT	6
3. INTRODUÇÃO.....	7
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
4.1 Metionina parcialmente metabolizável no rúmen.....	8
4.2 Comportamento ingestivo de bezerro.....	9
5. MATERIAIS E MÉTODOS	10
5.1 Local do estudo e animais experimentais.....	10
5.2 Manejo nutricional.....	11
5.3 Comportamento ingestivo.....	13
5.4 Análise estatística.....	15
6. RESULTADOS	15
7. DISCUSSÕES.....	17
8. CONCLUSÃO	19
9. REFERÊNCIAS.....	19

1. RESUMO

A metionina é um aminoácido essencial e limitante para bezerros em crescimento. A suplementação com análogo de metionina parcialmente metabolizável no rúmen (HMBi) pode modificar o comportamento ingestivo dos animais. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de diferentes doses de HMBi sobre o comportamento ingestivo de bezerros holandeses durante a fase inicial de desenvolvimento. A partir do 7º dia de vida, os bezerros receberam 8 L/dia de sucedâneo lácteo, com desaleitamento gradual iniciando aos 50 dias até os 56º, além do acesso contínuo a concentrado e feno tifton 85. Neste estudo, 36 bezerros receberam 0, 8 ou 16g/dia de HMBi, e o comportamento foi avaliado aos 28 e 42 dias de idade, durante 24h. as atividades foram registradas a cada 5 minutos para determinação do tempo despendido em ingestão, ruminação e ócio. Os dados foram analisados por contrastes lineares e quadráticos para as doses de HMBi, adotando nível de significância de $P \leq 0,05$. Aos 28 dias, observou-se efeito quadrático no tempo de ingestão de concentrado ($P=0,04$), com menor ingestão em 8g/d, e efeito linear para ruminação, que aumentou conforme a suplementação ($P=0,05$). As demais variáveis, ingestão de feno, leite, água, tempo de ócio e mastigação total, não apresentaram diferenças estatísticas ($P > 0,05$). Aos 42 dias, nenhum parâmetro comportamental mostrou efeito significativo, indicando que, com o avanço da maturidade ruminal, a influência do HMBi se torna menos evidente. Desse modo conclui-se que o HMBi afeta o comportamento ingestivo apenas nas fases iniciais, sobretudo aumentando a ruminação.

Palavras-chave: bezerros holandeses; comportamento ingestivo; desenvolvimento ruminal; HMBi; metionina; ruminação

2. ABSTRACT

This study evaluated the ingestive behavior of Holstein calves supplemented with a rumen-partially metabolizable methionine analogue (HMBi) during the pre-weaning period. Thirty-six male calves (7 ± 3 days old) were assigned to three dietary treatments containing 0, 8 or 16g/day of HMBi, distributed across three experimental cycles. Animals received milk replacer, starter concentrate, and Tifton-85 hay, and ingestive behavior was recorded at 28 and 42 days of age using 24-hour continuous observations at 5-minute intervals. At 28 days, HMBi supplementation resulted in a quadratic effect on concentrate intake time, with calves receiving 8g/day. A linear increase in rumination time was also observed with increasing HMBi doses, suggesting Enhanced rumen development or greater fiber digestion. No significant effects of supplementation were detected for other behavioral variables at this age. At 42 days, no linear or quadratic effects were observed for any ingestive behavior parameter, indicating that differences among treatments diminish as calves adapt to solid feed and rumen function matures. Overall, supplementation with HMBi appears to influence ingestive behavior primarily in early stages of rumen development, particularly by increasing rumination time at 28 days, but does not alter behavior once calves reach more advanced stages of digestive maturation.

3. INTRODUÇÃO

As diferenças entre os ambientes intra e extra uterino são desafiadoras para os bezerros nas primeiras semanas de vida, e exigem que o organismo se adapte a essas novas condições. O desenvolvimento dos órgãos e tecidos aumenta as exigências nutricionais nesta fase (Owens et al., 1993), sobretudo de proteína. O fornecimento adequado de nutrientes garante o crescimento dos animais, acelera o amadurecimento dos sistemas e aumenta as chances de sobrevivência dos bezerros.

Embora expressas em proteína, os bezerros possuem exigências por aminoácidos (Bai et al., 2020). Em ruminantes adultos, a proteína microbiana fornece os aminoácidos para o intestino, contudo como os bezerros ainda estão em fase de desenvolvimento ruminal, as exigências de aminoácidos nesta fase não podem ser supridas pela fermentação ruminal. Além disso, a disponibilidade de aminoácidos pode ser limitada em sistemas alimentares baseados em rações concentradas, dependendo do volume de dieta líquida fornecida (Drackley, 2008).

A metionina é um aminoácido essencial ao funcionamento do organismo e ao crescimento dos animais, por promover a síntese de outros aminoácidos e proteína nos ruminantes (Mazinani et al., 2022), e por isso é classificada como primeiro aminoácido limitante para bezerros em crescimento (Mazinani et al., 2022). Considerando que a suplementação de aminoácidos deve ter como alvo o intestino quando se busca atender às exigências nutricionais dos ruminantes (Silva et al., 2021), diversos estudos concentraram na utilização de fontes de metionina protegidas da degradação ruminal, contudo os resultados variam entre as pesquisas (Hill et al., 2008; Wang et al., 2012; Rajwade et al., 2019; Molano et al., 2020).

Avaliando diferentes fontes de metionina, (Molano et al., 2020) descreveram aumento na ingestão de alimentos e peso corporal de bezerros suplementados com o análogo de metionina beta-hidroxibeta-metilbutirato

(HMBi), em resposta a possível efeito no desenvolvimento ruminal, que não foi avaliado no estudo. O HMBi é parcialmente metabolizado no rúmen, proporcionando ao bezerro uma fonte mais biodisponível de metionina (Emmert & Baker, 1997) e pode aprimorar o desempenho de animais jovens, principalmente por estimular a síntese proteica e fortalecer a função imunológica (Gaynor et al., 2015). A suplementação com HMBi também tem sido associada à redução do catabolismo muscular e ao aumento da deposição de massa magra, o que resulta em maiores taxas de ganho de peso e melhor eficiência alimentar (Martin et al., 2013).

Contudo, os efeitos da suplementação com HMBi sobre o comportamento ingestivo, especialmente no que se refere aos padrões e preferências alimentares dos bezerros, ainda não foram explorados em estudos anteriores. O comportamento ingestivo dos animais fornece informações valiosas sobre o estado nutricional, o bem-estar e a eficiência alimentar, sendo uma ferramenta essencial para o nutricionista compreender como os animais respondem às dietas oferecidas. Por meio da observação das atividades de alimentação, ruminação e ócio, é possível identificar aspectos importantes da dieta dos animais, como palatabilidade, equilíbrio de nutrientes e estímulo ao desenvolvimento ruminal.

Além disso, o comportamento ingestivo dos bezerros pode indicar possíveis efeitos da suplementação do HMBi no desenvolvimento ruminal, conforme sugerido por (Molano et al., 2020), através das atividades de ruminação. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento alimentar de bezerros holandeses suplementados com doses de HMBi.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Metionina parcialmente metabolizável no rúmen

A metionina é considerada o primeiro aminoácido limitante para o crescimento de ruminantes jovens, por estar diretamente envolvida na síntese e no metabolismo proteico (Mazinani et al., 2022). Em bezerros, essa limitação é mais elevada porque o rúmen ainda é imaturo e apresenta baixa capacidade de síntese de proteína microbiana (Davis e Drackley, 1998). A suplementação de metionina parcialmente metabolizável no rúmen surge como estratégia para

aumentar o aporte de metionina no intestino delgado sem prejudicar o desenvolvimento ruminal (Molano et al., 2020). Em animais adultos, fontes de metioninas protegidas ou análogas favorecem o crescimento de bactérias fibrolíticas e melhoram a ingestão de fibras, aumentando a produção de ácidos graxos voláteis e a eficiência alimentar (Martin et al., 2013; Qin et al., 2022).

Molano et al. (2020), avaliaram diferentes fontes de metionina no concentrado inicial de bezerros holandeses entre 14 e 91 dias. A MPR e o HMBi aumentaram as concentrações plasmáticas de metionina, confirmando sua boa biodisponibilidade, contudo apenas o HMBi incrementou o consumo e o peso pós-desaleitamento dos animais. Assim, os autores concluíram que o efeito encontrado para HMBi pode estar relacionado à porção metabolizada no rúmen e ressaltam a necessidade de mais estudos sobre o metabolismo ruminal do HMBi.

A saúde dos bezerros na fase inicial depende fortemente da nutrição, sobretudo da oferta adequada de nutrientes que sustentam o desenvolvimento do sistema imune. Dietas bem formuladas ajudam a manter o equilíbrio metabólico, reduzem distúrbios e favorecem o sistema imunológico. Nesse contexto, aminoácidos como a metionina, envolvidos em processos antioxidantes e na integridade celular, podem melhorar a capacidade de respostas e desafios sanitários (Ferreira et al., 2018). Assim, mesmo quando os efeitos sobre o ganho de peso não são expressivos, um aporte adequado de metionina tende a favorecer a saúde geral dos bezerros no período pré-desmame (Ferreira et al., 2018).

4.2. Comportamento ingestivo de bezerros

O comportamento ingestivo é uma ferramenta prática que permite avaliar a resposta fisiológica e o bem-estar dos ruminantes, refletindo a interação entre a dieta e a fisiologia digestiva (Hodgson, 1990). Em bezerros, o tempo destinado a ingestão, ruminação e ócio indica o grau de desenvolvimento do trato digestivo e o estímulo promovido por diferentes dietas (Burger et al., 2000). Durante o aleitamento, o leite representa a principal fonte de nutrientes e energia dos bezerros, o que faz com que eles passem a maior parte do tempo em ócio logo após sua ingestão, devido ao maior tempo de retenção no abomaso e à baixa estimulação ruminal (Toledo et al., 2024).

À medida que o consumo de concentrado e feno aumenta, o rúmen começa a se desenvolver elevando gradualmente o tempo dedicado à ingestão e à ruminação (Burger et al., 2000). Essa mudança no comportamento ingestivo reflete o avanço da função ruminal e a adaptação do bezerro à transição da dieta líquida para sólida, sendo um indicador importante da maturidade digestiva (Hodgson, 1990).

A atividade de ingestão e ruminação em bezerros é influenciada principalmente pelo tipo de dieta oferecida, pelo estágio de desenvolvimento do rúmen e pela estrutura física dos alimentos. Assim, dietas com maior oferta de volumoso, com partículas mais longas, tendem estimular mais ruminação, em quanto dietas muito finas ou com baixo teor de fibra reduzem essa atividade (Beauchemin & Yang, 2005). Além disso, fatores como palatabilidade do concentrado, composição nutricional, frequência de oferta e conforto ambiental também modulam o padrão ingestivo, influenciando diretamente o equilíbrio entre tempo de ingestão, ruminação e ócio (Molano et al., 2020). partículas

A observação do comportamento por períodos prolongados, como 24 horas, permite identificar alterações durante a transição de dietas líquidas para sólidas, fase crítica no desenvolvimento dos bezerros (De Paula et al., 2018). A suplementação com metionina pode modificar esses padrões por meio de efeitos indiretos sobre o ambiente ruminal.

Em vacas leiteiras Martin et al. (2013) observaram que a oferta de metionina HMBi aumentou a degradação da fibra no rúmen, o que pode alterar o tempo de ruminação e, conseqüentemente, o comportamento ingestivo. Esse aumento na capacidade de degradação pode refletir uma melhoria na atividade microbiana, afetando a digestibilidade e o fluxo de nutrientes para o intestino. Assim, a análise do comportamento ingestivo contribui para entender como a nutrição influencia o desenvolvimento ruminal e a eficiência de aproveitamento dos nutrientes (Burger et al., 2000; Molano et al., 2020).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

O uso dos animais foi aprovado pelo Comitê de Ética da instituição (protocolo 9010/2023), da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), campus Jaboticabal.

5.1. Local do estudo e animais experimentais

O experimento foi realizado na área de pesquisa em bovinocultura de leite da FCAV/UNESP, em Jaboticabal. Foram utilizados 36 bezerros machos da raça Holandesa, com 7 ± 3 dias de vida e $40,26 \pm 4,49$ kg, oriundos de fazendas comerciais. O estudo foi dividido em três ciclos experimentais, composto por 12 animais cada, totalizando 36 bezerros. Em cada ciclo, os 12 animais foram distribuídos aleatoriamente entre as dietas experimentais, garantindo o balanceamento dos tratamentos dentro de cada repetição, sendo organizados em blocos conforme nascimento e peso, e alimentados com diferentes doses de análogo de metionina parcialmente metabolizável no rúmen: 0, 8 e 16g/d.

Os bezerros foram transportados das fazendas para o setor experimental até o 5º dia de vida para adaptação ao novo ambiente e alimentados com leite até o 6º dia de vida. No 7º dia, os bezerros foram pesados e distribuídos aleatoriamente entre os tratamentos, sendo alimentados com sucedâneo e dietas sólidas experimentais.

5.2. Manejo nutricional

A partir do 7º dia de vida, os bezerros receberam diariamente 8 litros de sucedâneo lácteo, divididos em duas porções (manhã e tarde), utilizando baldes com bicos individuais. O desaleitamento foi realizado de forma gradual, reduzindo-se 1 litro de lácteo/dia a partir do 50º dia de idade dos animais, até o completo desaleitamento no 56º dia de vida. Durante todo o período experimental, a partir do 7º dia de vida, os animais tiveram acesso à concentrado e feno de Tifton 85 como fonte de fibra, visando estimular o desenvolvimento do rúmen e prevenir distúrbios digestivos.

O concentrado foi formulado com base nas exigências nutricionais do NASEM (2021), considerando a composição dos alimentos utilizados (Tabela 1). Foi utilizado um concentrado padrão, sem adição de metionina, para todos os animais. O fornecimento de feno foi limitado a 7,5% do consumo de matéria seca para evitar interferências no consumo e no desempenho (Toledo et al., 2024).

Figura 1: Animal ingerindo sucedâneo

Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

Tabela 1. Composição percentual e química do concentrado utilizado para todos as dietas do estudo (sem adição do HMBi)

Item	Concentrado
Milho moído	58,27
Farelo de soja	37,75
Mineral+vitamina	3,98
<i>Atributos nutricionais</i>	
Matéria seca	88,60
Matéria mineral	7,40
Proteína bruta (PB)	23,70
Proteína metabolizável	16,57
Fibra em detergente neutro	13,40
Amido	45,70
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,97
Metionina (% PB) ¹	0,33
Lisina (% PB)	1,20

A metionina foi adicionada diretamente ao concentrado no momento da alimentação. As doses foram calculadas com base no perfil de aminoácidos da

dieta controle (1,9% de proteína metabolizável), com suplementações elevando esse valor para 2,2% e 2,5% (Tabela 2). Também se levou em conta a menor eficiência na utilização de proteína conforme os bezerros amadureciam e iniciavam o consumo de dieta sólida. Assim, as doses de metionina foram ajustadas progressivamente até 0, 8 e 16 g/dia ao longo do período experimental, uma vez que as exigências nutricionais dos animais se alteravam com o avanço da idade e o aumento do consumo do concentrado. O análogo de metionina utilizado (MetaSmart Dry) continha cerca de 78% de metionina disponível.

Tabela 2. Plano nutricional para determinação da quantidade crescente de análogo de metionina fornecido a bezerros em crescimento, a partir de 7 dias de idade, com base no consumo de concentrado e desempenho corporal.

Idade (semanas)	CMS conc, g/d	PC (kg)	GMD, g/d	PM, g/d	D1 - Δ Metm, g	D2-Δ Metm, g	D1-MSD, g/d	D2-MSD, g/d
2	50	40		270	0,81	1,62	3,7	7,4
3	70	42	290	305	0,92	1,83	4,2	8,3
4	100	45	430	349	1,05	2,09	4,8	9,5
5	190	49	570	392	1,18	2,35	5,3	10,7
6	320	53	570	436	1,31	2,61	5,9	11,9
7	400	58	710	479	1,44	2,87	6,5	13,1

CMS = consumo de matéria seca, PC = peso corporal, GMD = ganho médio diário, PM = proteína metabolizável, D1 = Dose 1 do análogo de metionina (8 g), D2 = Dose 2 do análogo de metionina (12 g), Metm = Metionina metabolizável, MSD = MetaSmart Dray (análogo de metionina comercial).

5.3. Comportamento ingestivo

Aos 28 e 42 dias de vida, os animais foram submetidos a observação do comportamento ingestivo, duramente um período total de 24 horas (Johnson e Combs, 1991). As atividades de ingestão de leite, ingestão de concentrado, ingestão de feno, ruminação e ócio foram avaliadas em intervalos de 5 minutos e utilizadas para determinar o tempo despendido pelos animais em cada atividade ingestiva. O tempo de mastigação total foi obtido pelo somatório de

tempo de ingestão de alimentos e ruminação (Burger et al.,2020). Para a avaliação ao longo do período de 24h, foram utilizados dois observadores, que atuaram em sistema de revezamento a cada duas horas, de modo a garantir a continuidade e a padronização dos registros.

Figura 2: Tabela quantitativa de comportamento

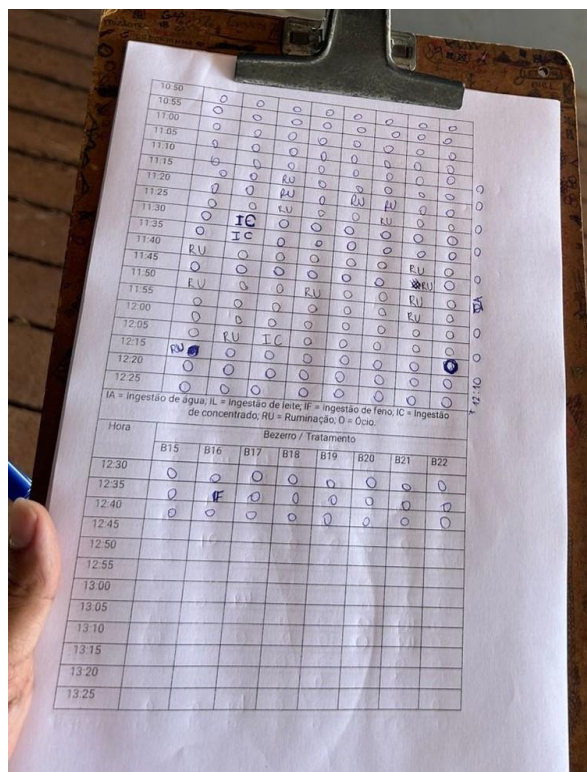
Período	Comportamento	015	016	017	018	019	020	021	022
12h00 as 13h00	Início do processo de ingestão	✓	N	✓				✓	
	Início do processo de ingestão com estímulo	✓	✓	✓					
	Mamada cruzada								
	Oral não nutricional	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Ingestão de água	✓	✓	✓				✓	✓
	Vocalização								

Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

Figura 3: Animais em estágio ócio.



Fonte: Arquivo pessoal,2025

Figura 4: Cronograma comportamental

Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

5.4. Análise estatística

O estudo foi bloqueado no tempo, considerando três ciclos de nascimento com 12 animais por vez. Os dados foram analisados pelo PROC MIXED do SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC) e submetidos aos testes de normalidade residual (Shapiro–Wilk) e homogeneidade das variâncias (Levene). Os dados foram submetidos à análise por contrastes para avaliação dos efeitos linear e quadrático para efeito fixo da dose de HMBi, com significância em $P \leq 0,05$. O bloco, considerado o ciclo, foi inserido como efeito aleatório no modelo. A idade inicial foi testada como covariável no modelo e inserida quando $P \leq 0,05$ e redução do erro residual.

6. RESULTADOS

Aos 28 dias de idade foi observado efeito quadrático ($P=0,04$; Tabela 3) para o tempo de ingestão de concentrado, indicando que os bezerros suplementados com 8g/d de metionina apresentaram menor tempo de ingestão em relação aos tratados com 0 e 16 g/d. Além disso, verificou-se efeito linear positivo ($P= 0,05$) para o tempo de ruminação, que aumentou de forma progressiva com aumento nas doses de metionina. As demais variáveis de comportamento ingestivo, incluindo o tempo de ingestão de feno, leite e água, mastigação total e ócio não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$), demonstrando que a metionina não alterou esses parâmetros aos 28 dias de idade dos bezerros.

Tabela 3. Comportamento ingestivo (min/dia) de bezerros de 28 dias de idade suplementados com doses de análogo de metionina parcialmente metabolizável no rúmen (HMBi)

Comportamento (min/d)	Dose de HMBi (g/d)			SEM	P valor	
	0	8	16		L	Q
Ingestão						
Concentrado	33	15	23	3,83	0,31	0,04
Feno	36	49	44	5,58	0,53	0,37
Leite	15	15	15	0,74	0,82	0,88
Água	10	10	14	1,45	0,32	0,65
Ruminação	113	138	164	12,65	0,05	0,99
Mastigação total	182	202	231	16,23	0,14	0,87
Ócio	1233	1213	1180	16,56	0,12	0,82

Aos 42 dias de idade, não foram observados efeitos lineares ou quadráticos das diferentes doses de metionina sobre nenhuma das variáveis comportamentais avaliadas. O tempo de ingestão, ruminação e ócio apresentaram valores semelhantes entre os tratamentos, indicando ausência de diferenças estatísticas nessa fase. Da mesma forma, a frequência das atividades e o padrão geral de comportamento também permaneceram semelhante entre os tratamentos.

Tabela 4. Comportamento ingestivo (min/dia) de bezerros de 42 dias de idade suplementados com doses de análogo de metionina parcialmente metabolizável no rúmen (HMBi)

Comportamento (min/d)	Dose de HMBi (g/d)			SEM	P valor	
	0	8	16		L	Q
Ingestão						
Concentrado	28	21	32	3,52	0,43	0,12
Feno	34	46	48	5,28	0,21	0,97
Leite	15	15	15	1,14	0,95	0,13
Água	7	8	13	1,46	0,17	0,36
Ruminação	153	187	179	13,29	0,41	0,46
Mastigação	215	254	259	15,18	0,25	0,59
total						
Ócio	1203	1163	1153	15,36	0,19	0,64

7. DISCUSSÃO

De acordo com Molano et al. (2020), a suplementação de metionina protegida ou análoga em dietas iniciais podem favorecer o desenvolvimento corporal dos bezerros e influenciar o funcionamento ruminal. Alguns estudos indicam que fontes de metionina protegida e análogos como HMBi podem modular a microbiota ruminal e aumentar enzimas que favorecem a degradação de carboidratos complexos, o que em determinadas condições podem traduzir-se em maior eficiência de digestão de volumosos (Martin et al.2013). Esses efeitos ajudam a explicar o aumento linear no tempo de ruminação observado aos 28 dias, já que animais que ruminam mais tendem a estar consumindo mais fibra.

À medida que o bezerro passa a ingerir maiores quantidades de concentrado e feno, ocorre maior produção de ácidos graxos voláteis, o que acelera o desenvolvimento das papilas e aumenta progressivamente o tempo destinado à ruminação (Baldwin et al., 2004; Khan et al., 2016). Esse avanço estrutural e funcional do rúmen contribui para o aumento progressivo do tempo destinado à ruminação, já que a maior ingestão de fibra exige maior mastigação

e atividade mecânica (Burger et al., 2000). Assim, dietas com maior oferta de volumoso, com partículas mais longas, tendem estimular mais ruminação (Beauchemin & Yang, 2005), enquanto dietas muito finas ou com baixo teor de fibra reduzem essa atividade. Além disso, fatores como palatabilidade do concentrado, composição nutricional, frequência de oferta e conforto ambiental também modulam o padrão ingestivo, influenciando diretamente o equilíbrio entre tempo de ingestão, ruminação e ócio (De Paula Vieira et al., 2008).

Por outro lado, aos 42 dias o comportamento quadrático para a ingestão de concentrado é mais difícil de interpretar, pois a redução no tempo observado não segue um padrão esperado. Uma possível explicação é que, embora o tempo total de ingestão tenha diminuído, os bezerros podem ter realizado refeições mais rápidas e curtas, algo que só poderia ser confirmado com uma análise específica de frequência e duração de refeições.

Alguns estudos relatam redução no consumo de concentrado em dietas suplementadas com metionina ou outros aminoácidos sintéticos, especialmente quando não são utilizados palatabilizantes, sugerindo que determinados análogos ou formas de metionina podem alterar a palatabilidade da (Molano et al., 2020). É possível que mecanismo semelhante tenha ocorrido no presente estudo, uma vez que o concentrado não recebeu aditivos que mascarem o odor ou sabor da metionina, o que pode explicar a menor ingestão observada no tratamento com 8g/dia e, conseqüentemente, o menor tempo destinado a diminuição voluntária do consumo de concentrado.

Outra hipótese é o desenvolvimento de saciedade nutricional. Aminoácidos essenciais, como a metionina, podem sinalizar precocemente ao organismo que as exigências mínimas estão sendo atendidas, reduzindo o estímulo para continuar ingerindo alimento (Rulquin & Blum, 1998). Assim, bezerros recebendo 8g/dia podem ter atingido mais rapidamente o ponto de suficiência metabólica, levando à diminuição voluntária do consumo de concentrado.

Entretanto, ao aumentar a suplementação de metionina de 8 para 16 g/dia, observou-se novamente aumento no tempo de ingestão de concentrado, limitando as duas hipóteses descritas acima. Esse retorno não necessariamente indica efeito direto da metionina, podendo estar associado a outros aspectos comportamentais, como padrões de refeições mais curtas, características da

espécie e, principalmente, ao método de avaliação utilizado. Bezerros apresentam refeições curtas, alta frequência de visitas ao cocho e grande variabilidade na ingestão ao longo das semanas, especialmente devido à influência da dieta líquida no comportamento ingestivo (Jasper & Weary, 2002; De Paula Vieira et al., 2008). Dessa forma, considerando que as observações ocorreram a cada 5 minutos, é possível que os animais do tratamento com 16 g/dia tenham mais visitas rápidas ao cocho, mas que foram registradas como períodos completos de ingestão, aumentando o tempo observado.

Assim, os resultados sugerem que a metionina pode influenciar diferentes aspectos do comportamento ingestivo de maneiras distintas, reforçando a importância de avaliar não apenas o tempo total, mas também o padrão de consumos em estudos futuros. Esse resultado indica que a suplementação com metionina parcialmente metabolizável no rúmen pode ter estimulado o desenvolvimento ruminal, promovendo maior atividade de ruminação aos 28 dias, o que está associado ao amadurecimento das funções digestiva e à melhor utilização dos alimentos.

Aos 42 dias não foram observados efeitos lineares ou quadráticos para nenhuma das variáveis comportamentais avaliadas. Esse resultado sugere que, com o avanço da idade e maior adaptação à dieta sólida, as diferenças entre as doses de metionina diminuíram sobre o comportamento ingestivo dos bezerros. Nessa fase, o rúmen já se encontra mais funcional, reduzindo a sensibilidade a pequenas variações nutricionais. Assim, os resultados indicam que os possíveis efeitos da suplementação com metionina sobre o comportamento alimentar são mais evidentes nas fases iniciais de desenvolvimento, quando o rúmen ainda está em processo de desenvolvimento e suas funções digestivas não estão totalmente formadas.

8. CONCLUSÃO

Conclui-se que a suplementação com HMBi, em níveis de até 16g/dia, promove aumento do tempo de ruminação em bezerros com 28 dias de idade, indicando efeito positivo sobre a estimulação e o desenvolvimento ruminal na fase inicial de vida. Embora aos 42 dias não tenham sido observadas alterações significativas no comportamento ingestivo, a continuidade da suplementação é recomendada, uma vez que os benefícios do análogo de metionina tendem a

ocorrer de forma gradual, acompanhando a maturação do rúmen e o avanço da idade dos animais, podendo refletir positivamente no desempenho e na eficiência nutricional em fases subsequentes.

9. REFERÊNCIAS

Bai Y.; Liu T.; Hultquist K. et al. Feeding an amino acid formulated milk replacer for Holstein calves. **Journal animal science**, v.98, n.4, p. skaa099, 2020.

BEAUCHEMIN, K. A.; YANG, W. Z. Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. **Journal of dairy science**, v. 88, n. 6, p. 2117-2129, 2005.

Burger, P. J.; pereira, J. C. Queiroz, A. C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, p236-242, 2000.

Chagas, J. C. C.; Ferreira, M. A.; Faciola, A. P. et al. Effects of methionine plus cysteine inclusion on performance and body composition of liquid-fed crossbred calves fed a commercial milk replacer and no starter feed. *Journal of dairy science*, v.101, p.6055–6065, 2018.

Davis, C. L.; Drackley, J. K. The development, nutrition and management of the young calf. Ames: Iowa State University Press, 1998. p. 339.

Drackley, J. K. Calf nutrition from birth to breeding. *Veterinary clinics of north américa: food animal practice*, v.24, p.55-86, 2008.

GRANT, Madeline S. et al. Effect of supplemental methionine on health and performance of receiving beef heifers. *Translational Animal Science*, v. 6, n. 4, p. txac113, 2022.

Hill, T. M.; Bateman, H. G.; Aldrich, J. M. et al. Optimal Concentrations of Lysine, Methionine, and Threonine in Milk Replacers for Calves Less than Five Weeks of Age. *Journal dairy science*, v.91, p.2433–2442, 2008.

Hodgson, J. *Grazing management: science into practice* Inglaterra: Longman Handbooks in Agriculture, 1990. 203p.

JACOMETO, C. B. et al. Maternal rumen-protected methionine supplementation and its effect on blood and liver biomarkers of energy metabolism, inflammation, and oxidative stress in neonatal Holstein calves. **Journal of dairy science**, v. 99, n. 8, p. 6753-6763, 2016.

JASPER, J.; WEARY, D. M. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. **Journal of dairy science**, v. 85, n. 11, p. 3054-3058, 2002.

Johnson, T. R. e combs, D. K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethyleneglicol on dry matter intake of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.3, p.933-944, 1991.

KHAN, M. A. et al. Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. **Journal of dairy science**, v. 99, n. 2, p. 885-902, 2016.

Li, S.; Zeng, H.; Wang, C. et al. Effect of methionine hydroxy analog feed supplements: Significant alteration and enrichment of rumen microbiota and metabolome in Hu sheep. *Frontiers in veterinary science*, v.9, p.999726, 2022.

Martin, C.; Mirande, C.; Morgavi, D. P. et al. Methionine analogues HMB and HMBi increase the abundance of cellulolytic bacterial representatives in the rumen of cattle with no direct effects on fibre degradation. *Animal Feed Science and Technology*, v.182, n.1-4, p.16-24, 2013.

MAZINANI, M.; MEMILI, E.; RUDE, B.J. Harnessing the value of rumen protected amino acids to enhance animal performance – A Review. *Annals of Animal LOPESScience*, v.22, n .1, p .43–62, 2022. DOI:10 .2478/aoas-2021-0018.

Molano, R. A.; Saito, A.; Luchini, D. N. et al. Effects of rumen-protected methionine or methionine analogs in starter on plasma metabolites, growth, and efficiency of Holstein calves from 14 to 91 d of age. *Journal of dairy science*, v.103, n.11, p.10136-10151, 2020.

NASEM. Nutrient requirements of dairy cattle. 8th rev. ed. Washington, DC: The National Academies Press, 2021.

Owens, F. N.; Dubeski, P.; Hanson, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of animal science**, v.71, n.11, p.3138-3150, 1993.

Qin, X.; Zhang, D.; Qiu, X. et al. 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid isopropyl ester supplementation altered ruminal and cecal bacterial composition and improved growth performance of finishing beef cattle. **Frontiers in Nutrition**, v.9, p.833881, 2022.

Silva, J. T.; Miqueo, E.; Torrezan, T. M. et al. Lysine and Methionine Supplementation for Dairy Calves Is More Accurate through the Liquid than the Solid Diet. **Animals**, v.11, p.332, 2021b.

Toledo, A. F.; Dantas, J. G.; Barboza, R. D. F. et al. Forage sources in total mixed rations early in life influences performance, metabolites, and behaviour of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, v. 107, n. 6, p. 3601-3613, 2024.

VIEIRA, Andreia De Paula et al. Behavioural indicators of hunger in dairy calves. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 109, n. 2-4, p. 180-189, 2008.

VI, RL Baldwin et al. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre-and postweaning ruminant. **Journal of dairy science**, v. 87, p. E55-E65, 2004.

Wang, J.; Diao, Q.; Tu, Y. et al. The limiting sequence and proper ratio of lysine, methionine and threonine for calves fed milk replacers containing soy protein. **Asian-australasian journal of animal sciences**, v.25, n.2, p.224, 2012.

WESTHOFF, T. A.; BORCHARDT, Stefan; MANN, S. Invited review: Nutritional and management factors that influence colostrum production and composition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 107, n. 7, p. 4109-4128, 2024.

ZHANG, Shuai; WONG, Eric A.; GILBERT, Elizabeth R. Bioavailability of different dietary supplemental methionine sources in animals. **Front Biosci (Elite Ed)**, v. 7, p. 478-90, 2015.